Mykotrophie der *Balanophora*-Arten[1)]

Von

KIYOHIKO WATANABE*

渡邊清彥：つちとりもち屬ノ菌榮養

In den Epidermiszellen und den darunterliegenden Parenchymzellen von *Balanophora*-Knollen finden wir sonderbare Verdickungszapfen, d. i. in den Zelllumen hineinragende Membranverdickungen von Stab- oder Knollenformen. SOLMS-LAUBACH[2)] hat den Ursprung dieser Verdickungszapfen einem Pilz zugeschrieben, während STRIGL[3)] die SOLMS'sche Vermutung bestritt und behauptete, dass diese Gebilde nur einfache Verdickungen der *Balanophora*-Membranen seien und nichts mit einem Pilz zu tun hätten.

Ich fand stets derartige Verdickungszapfen an *Balanophora nipponica, Bs japonica* und *B. tobiracora,* und konnte mit Sicherheit feststellen, dass ein Fadenpilz, den ich vorläufig *Balanomyces* nennen will, stets an der Oberfläche der Knolle siedelt und seine Haustorien durch die Zellwände in die Epidermiszellen hineintreibt, wo in je einer Hyphe ein Verdickungszapfen entsteht (Fig. 1; A, B, C), und dieser wächst an der Spitze immer noch weiter. Aus der Spitze eines Zapfens gehen häufig einige feine dünnwandige Hyphen au. (Fig. 1; C). Der Pilz dringt auch durch die Mittellamellen der Scheidewände zwischen den Epidermiszellen in die Knolle ein.

In der jungen Knolle, selbst in tief liegendem Gewebe, fand ich fast stets mehrere zerstreute Parenchymzellen, die mit aufgequollenen Hyphen gefüllt waren (Fig. 1; D·f). Ich fand auch häfig Verdickungszapfen in den Zellen, welche den von dem Pilz befallenen dicht benachbart waren, und der Zu-

1) Diese Arbeit ist zum Teil mit besonderer finanzieller Beihilfe des Unterrichtsministeriums durchgeführt, und ich nehme hier die Gelegenheit, meinen ergebensten Dank dafür auszusprechen.

2) H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH: Abh. d. nat. Ges. zu Halle, Bd, 13, S. 267, 1875.

3) M. STRIGL: Sitzb. d. Wien. Akad. m.-n. Kl., Bd. 116, S. 1041, 1907.

* Biologisches Institut der Höheren Schule zu Hiroshima.

sammenhang zwischen diesen Verdickungszapfen und den Pilzkörpern ist hier auch sehr deutlich (Fig. 1; D). Diese Pilzkörper in tiefem Gewebe stehen mit den *Balanomyces*-Körpern an der Knollen-Oberfläche in Verbindung.

Von den Pilzkörpern in Parenchymzellen gehen dicke, inhaltsreiche, aber dünnwandige Hyphen aus, die entweder in den Interzellularen oder in die den Zellecken anliegenden Zelllumen laufen (Fig. 1; F). Diese Formen, wenn auch sie sich in Zelllumen befinden, will ich kurz als Interzellular-Hyphen bezeichnen. Der Inhalt der Interzellular-Hyphen ist erheblich reicher im Vergleich zu dem Plasma der befallenen Parenchymzelle.

Schliesslich strömt der ganze Inhalt der Interzellular-Hyphen in Form von Tropfen oder Blasen in die gesunden Parenchymzellen hinein (Fig. 1; G, H). Diese in die Parenchymzellen einströmenden Pilzkörper sind von dünnen Membranen umhüllt und werden bald plasmalos.

An frischen oder in Alkohol aufbewahrten Materialien finden wir in den Zellen des Knollenparenchyms Klumpen von Balanophorin. Lösen wir unter dem Mikroskop die Balanophorin-Klumpen mittels Benzin oder Xylol, dann kommt es zutage, dass das Balanophorin der Inhalt der oben erwähnten plasmalos gewordenen Pilzkörper war (Fig. 1; I). In der jungen Knolle kann man dieses Verhältnis zwischen Pilz und Balanophorin sicher beobachten, aber bei der ausgewachsenen Knolle fällt es uns sehr schwer, dies zu bestätigen, denn durch Benzin oder Xylol, mit dem wir die Präparate klar machen, lösen sich nicht nur die Balanophorin-Klumpen sondern auch fast alle Membranen der Interzellularhyphen. Dass das Balanophorin im Pilzkörper entstanden ist, wird dadurch noch verständlicher, dass die oben erwähnten Verdickungszapfen im Innern von etwas ältern Knollen schon der Verdauung unterliegen und durch Balanophorin lösende Mittel ähnliche Gebilde wie die entsprechend behandelten Balanophorin-Klumpen zurücklassen (Fig. 1; E).

Das Balanophorin ist der einzige sichtbare Reservestoff in der Knolle, und es scheint, dass es bei der Blütenbildung als Nahrung verbraucht wird, denn in der Fruchtzeit finden wir die Balanophorin-Klumpen nur spärlich in dem Knollenast, der einen Blütenstand trägt. Auch lösen sich fast alle Verdickungszapfen in der Epidermis der abgeblühten Knolle auf.

Was, ausser dem Balanophorin, noch vom Pilzplasma den *Balanophora*-

Zellen zugute kommt, das kann ich mir nur als stickstoffhaltigen Stoff vorstellen.

Da die Verdickungszapfen und das Balanophorin anscheinend bei allen

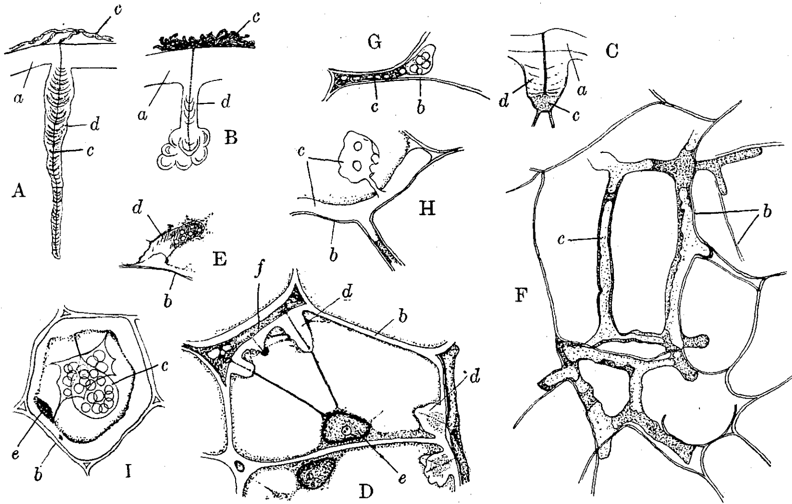


Fig. 1. Knollengewebe von *Balanophora*, ABC Verdickungszapfen in Epidermis, DE Verdickungszapfen in tiefem Gewebe, FG Interzellular-Hyphen, HI mittelst Benzin abgelöste Reste von Balanophorin-Klumpen. *a* Zellmembran von Epidermis, *b* Zellmembran von Parenchym, *c* Pilzkörper, *d* Verdickungszapfen, *e* Kern von *Balanophora*, *f* vom Pilz befallene Zelle. ABCDE *B. nipponica*, FGI *B. japonica*, H *B. tobiracora*.

Balanophora-Arten auftreten, vermute ich, dass die oben erwähnte Beziehung zwischen Pilz und *Balanophora* allgemein gültig sei.

In Anbetracht des humusreichen Bodens der *Balanophora*-Fundorte einerseits und der Pilzverdauung der Knollen andererseits, ist es rationell anzunehmen, dass die Knollen der *Balanophora*-Arten die Mykorrhizen sind, und dass, obgleich der Pilz anfangs die Nahrung aus der Knolle aufnimmt, schliesslich fast alle Stoffe vom Pilzkörper, mögen sie aus dem Humus oder aus der Knolle stammen, zur Ernährung der *Balannphora* dienen.

Es ist vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit auszusagen, ob für die Gattung *Balanophora* die parasitische oder mykotrophe Ernährung als der geschichtlich ältere Faktor anzusehen ist.

Merkwürdig ist auch die Membranverdickung der Knollen-Epidermis, denn bei dieser Verdickung tragen die Hyphen lamellen-artig bei.

Die bei einigen Arten, z. B. bei *B. japonica* und *B. tobiracora*, zu beobactende, eigenartige feinwarzige Skulptur der Membranen der Knollen-Epidermis ist auch ein Produkt des Pilzkörpers (Oidien).

Auch die an der Knollen-Oberfläche befindlichen, den Lentizellen ähnlichen Pusteln, als deren Funktion STRIGL die Wasserabsaugung annahm, sind zweifellos Atmungsorgane und kommen auch durch die Einwirkung von *Balanomyces* zustande, indem die *Balanophora*-Zellen an Pusteln die Oidien von *Balanomyces* verdauen, sich abrunden und sich etwas von einander trennen.

Es ist schwer, in den reifen, den Samen ähnlichen Früchten die Pilzkörper nachzuweisen, aber vor der Reife, fand ich fast stets die elliptischen oder länglichen Oidien an den Zellmembranen von nucellusähnlichem Gewebe sitzen, das bei der Fruchtreife zugrunde geht. In den Endospermzellen konnte ich feine, unfärbbare Fadenstücke feststellen, die vermutlich *Balanomyces*-Hyphen sind. Obwohl es mir noch nicht geglückt ist, die Keimung von *Balanophora*-Samen (=Früchten) zu beobachten, scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass die winzigen, an Nahrungsstoffen armen Samen erst mit Hilfe von *Balanomyces* keimfähig werden, so wie etwa die Samen von Orchidaceæ.

Eine eingehendere Abhandlung über diese Tatsachen werde ich in Kürze an anderer Stelle veröffentlichen.

つちとりもち屬ノ塊莖ノ表皮細胞中ニハ必ズ棍狀ノ細胞膜突起ガ見出サレル。之ハ塊莖表面ニ住ム一種ノ糸狀菌ガ表皮細胞中ニ侵入シ其部デ菌糸中ニ或ル物質ヲ分泌スルカラ出來ルノデアル。此菌ハ又細胞間隙ヲ經テモ侵入スル。而シテ結局塊莖ノ深部組織ニ延ビ、其部ノ或ル細胞ヲ占領シ其ノ中デ繁殖シ、時到レバ附近ノ細胞間隙ニ普ク肥大菌糸ヲ侵入サセ、此ノ菌細胞質ハ遂ニ健全ナ塊莖細胞中ニ滴狀ヲナシテ流レ込ミ、ソコデ消化サレ無色ノ泡狀體トナル。生時及酒精漬材料デハ此ノ泡狀體中ニ鳥黐質ナルばらのふおりんガ充テキルガきしろーる等ヲ用ヒテ作ツタぷれぱらーとデハ前記無色泡狀體ガ殘ルノミデアル。成長シタ、特ニ開花後ノ塊莖デハばらのふおりんハ費消サレ、其レヲ含ム

泡狀體ノ膜モ消失シテキル。卽チつちとりもち塊莖ハ腐殖土ヨリ菌ノ力ニヨリ或ル物質恐ラク窒素化合物ヲ採ル爲ノ菌根ト考ヘラレル。

又塊莖表皮ノ肥厚、同表皮面ノ粒狀紋、皮目形成ナドモ此ノ菌ノ力ニヨツテ起ルモノデアル。

恐ラクつちとりもち類ノ微小ナ種子モ此ノ菌トノ協力ニヨリ發芽スルモノナルベシ。何トナレバ胚乳ノ周リノ細胞中ニハ(發育途上ノ種子ノ)菌ノおいでぁガ多數ニ存在シ、又胚乳細胞中ニモ菌體ト思ハレル糸狀體ヲ見出シ得ル故ニ。

(廣島高等學校)

Plantæ Novæ Japonicæ (I)

auctore

Jisaburo OHWI*

大井次三郎 : 邦産新植物 (其一)

1) **Lamium tuberiferum** (MAKINO) OHWI, comb. nov.

Lamium chinense var. *parvifolia* HEMSL. in Journ. Linn. Soc. Bot. 26(1890) 303.

Leonurus tuberiferus MAKINO in Bot. Mag. Tokyo 19 (1905) 146.

Matsumurella tuberifera MAKINO ibid. 29 (1915) 279 ; KUDO Labiat. Sino-Japon. Prodr. (1929) 195.

Lamium kelungense HAYATA Icon. Pl. Formos. 8 (1919) 91, t. 12.

Lamium chinense (non BENTH.) KUDO l. c. (1929) 202 ex pte.

Planta tuberifera ut in *L. chinensi* BENTH., quæ tamen differt omnibus partibus majoribus, foliorum laminis oblongo-ovatis, floralibus quam petiolo multo brevioribus.

Nam. Jap. *Hime-kisewata, Kiirun-odorikoso.*

Hab. Kiushiu (fide T. MAKINO) ; Riukiu (Z. TASHIRO; H. KUROIWA); Formosa (U. FAURIE n. 696 ; S. NAGASAWA ; J. OHWI n. 213).

* Botanical Institute, Faculty of Science, Kyoto Imperial University.